

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-014480

(43)Date of publication of application : 23.01.1987

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

B41J 3/20

G03G 15/04

(21)Application number : 60-152341

(22)Date of filing : 12.07.1985

(71)Applicant : HITACHI CABLE LTD

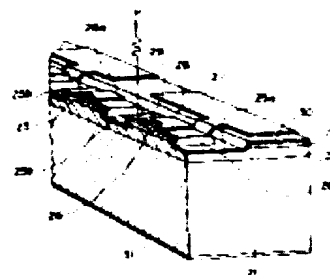
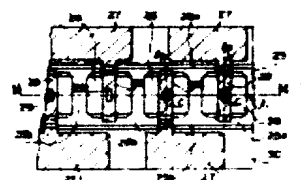
(72)Inventor : SAGAWA TOSHIO
SANO AKIZUMI
KURATA KAZUHIRO
TAKAHASHI TAKESHI
KOIZUMI GENTA

(54) LIGHT-EMITTING DIODE ARRAY

(57)Abstract:

PURPOSE: To increase the intensity of light and to improve the optical symmetrizing properties, by separating light-emitting diodes by means of grooves formed along the directions according to an opposite to the mesa.

CONSTITUTION: A P-type $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}$ layer 22 and an N-type $\text{Ga}_{1-y}\text{Al}_y\text{As}$ layer 23 are epitaxially grown on a P-type GaAs substrate 21 in that order. Then, two grooves 25a are formed in the direction according to the mesa by means of the etching, and a plurality of grooves 25b vertical to the grooves 25a are formed between the grooves 25a by means of the etching. Thus, a series of light-emitting diodes 26 are formed. A PSG film 30 is then grown so as to cover all the surface and is removed in the regions where contacts 29 of the light-emitting diodes 26 are to be provided. Conducting wires 28 whose width is smaller than the width of the light-emitting diode 26 in the forward mesa direction are led out to alternate directions and connected to electrodes 27. A light-emitting diode array constructed in this way is enabled to have a high intensity of light and excellent optical symmetrizing properties.



⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-14480

⑪ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和62年(1987)1月23日

H 01 L 33/00
B 41 J 3/20
G 03 G 15/04

6819-5F
8004-2C
8607-2H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全9頁)

⑭ 発明の名称 発光ダイオードアレイ

⑮ 特 願 昭60-152341

⑯ 出 願 昭60(1985)7月12日

⑰ 発 明 者 佐 川 敏 男 日 立 市 日 高 町 5 丁 目 1 番 1 号 日 立 電 線 株 式 会 社 電 線 研 究 所 内

⑰ 発 明 者 佐 野 日 隅 日 立 市 日 高 町 5 丁 目 1 番 1 号 日 立 電 線 株 式 会 社 電 線 研 究 所 内

⑰ 発 明 者 倉 田 一 宏 日 立 市 日 高 町 5 丁 目 1 番 1 号 日 立 電 線 株 式 会 社 電 線 研 究 所 内

⑰ 発 明 者 高 橋 健 日 立 市 日 高 町 5 丁 目 1 番 1 号 日 立 電 線 株 式 会 社 電 線 研 究 所 内

⑱ 出 願 人 日 立 電 線 株 式 会 社 東 京 都 千 代 田 区 丸 の 内 2 丁 目 1 番 2 号

⑲ 代 理 人 弁 理 士 絹 谷 信 雄

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

発光ダイオードアレイ

2. 特許請求の範囲

- (1) P-N層を積層した基板表面に順メサ方向のエッチング溝を平行に設けて中央に形成される発光領域とこの両側に形成される電極領域とを分離し、中央の発光領域に逆メサ方向のエッチング溝を等間隔に設けて順メサ方向に一直線状に並んだ島状の発光ダイオード部を形成し、各発光ダイオード部へ通電するための電極を発光領域の両側の電極領域に形成すると共に、これら電極から各発光ダイオード部の少なくとも発光中心まで逆メサ方向と平行で発光ダイオード部の順メサ方向の幅よりも狭い通電用配線を交互に引き出し、発光中心を通る順メサ方向及び逆メサ方向と平行な各直線に対して発光ダイオード部がそれぞれ線対称となるように発光中心にコンタクトをとったことを特徴とする発光ダイオードアレイ。

- (2) 上記発光領域に形成された相隣接する2個の発光ダイオード部を一对とし、これら発光ダイオード部へ通電用配線を引き出す上記両電極領域に形成された電極が発光ダイオード部の発光中心を結ぶ発光中心線に対して線対称に設けられ、且つその電極幅が2個の発光ダイオード部の幅と両発光ダイオード部を仕切るエッチング溝幅を加えた幅に形成されていることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の発光ダイオードアレイ。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は、電子写真方式を用いたノンインパクトプリンタにおける光書き込みヘッド用の発光ダイオードアレイに係り、特にメサ型モノリシック発光ダイオードアレイの発光ダイオード部の形状に関するものである。

[従来の技術]

第6図は発光ダイオードアレイを光源とするノンインパクトプリンタの概略構造を示してい

る。これを簡単に説明すると、まず、感光ドラム1表面を帯電器2により一様に帯電後、発光ダイオードアレイと結像素子を組み込んだ光描込みヘッド3で感光ドラム1にライン状に選択的に光を照射する。この照射により照射部分のみが除電されることになる。

次に、現像器4で帯電しているドラム表面のみにトナーを付着させ、剥離転写紙5でドラム潜像を記録紙6に転写する。そして定着器7で記録紙6上の転写画像を定着する。

一方、感光ドラム1は除電ランプ8、清掃器9により清掃されて次の作像に備える。

ここで、光描込みヘッド3は第7図に示すように、発光ダイオードアレイ10とセルフフォーカシングレンズの様な結像素子11から成り、発光ダイオードアレイ10は放熱板上にセラミック基板を貼り付け、このセラミック基板の中央に発光ダイオードアレイチップを並べて発光部とする構造が一般的である。

発光ダイオードアレイを構成する発光ダイオー

ドは、第8図に示すようにn型結晶基板12の表面に拡散工程によりP型領域13を設け、このP型領域13に通電用の電極14を取り付けたプレーナ構造をしている。なお、15は絶縁膜、16は遮光層である。

発光ダイオードアレイの通電用の電極14は平面的にみると第9図に示す如く、発光部となるP型領域13の列に対して交互に、即ち千鳥状に配置されている。電極14を交互に配置するのはワイヤボンディングの際、隣接する電極14と接触するのを防止するためである。

ところが、このようなパターンを有する発光ダイオードアレイを発光させると、その発光状態は、にじみや電流密度が原因して不均一となり、第10図に示す如く電極14側にピークがずれた分布となってしまう、全体でライン状の発光が得られない。

そこで、これを改善するために従来、(1)P型領域の一方を被覆して、境界面の反射に起因するにじみを除去したもの(実開昭57-138354号公報)、

(2)発光部の発光中心を結ぶ発光中心線を発光ダイオードの奇数番目と偶数番目とでずらして、千鳥状電極配置がもたらす電流密度の不均一に起因する奇数番目と偶数番目の光のパワーレベルの差を小さくしたもの(特開昭59-195885号公報、特開昭59-146874号公報)、(3)電極方向の発光領域を減少させて光のパワーレベルを上げるとともに、発光ダイオードの奇数番目と偶数番目との最大光パワーレベル差を30%以内に抑えるようにしたもの(特開昭59-146875号公報)等の提案がなされている。

[発明が解決しようとする問題点]

ところが、上記(1)のものでは、プレーナ構造であるため発光部から出た光が周りの発光部へ分散し、また(2)のものは発光部の形状が非対称であるため、得られる輝度パターンも対称からずれ、更に(3)のものは発光部の形状は対称であるけれども、発光部における電流密度が依然として不均一のままであるため、輝度パターンの完全な対称が得られないという欠点があり、(2)及び(3)のものは(1)の

欠点を温存するばかりか、工程の複雑なZn選択拡散技術をなお必要としていた。

なお、輝度パターンを対称にするために発光部周辺の電極の幅を広くとるということも考えられているが、そのようにすると光量が著しく減少し高速度プリンタとして光源には適さなくなる。特に、16本/■程度の高解像度になると光量減少の影響が大きき効いてくるため全く使えなくなる。

[発明の目的]

本発明の目的は、発光ダイオードアレイにプレーナ構造ではなくメサ構造を採用することによって、上記した従来技術の問題点を解消して、光強度が高く、光対称性が良好で、しかも高解像度を有する発光ダイオードアレイを提供することである。

[発明の概要]

本発明は、発光領域と電極領域とをエッチングにより分離すると共に、発光領域に設けた発光ダイオード部を対称に形成し、発光ダイオード部の発光中心にコンタクトを取り、電極領域に形成した電極からコンタクトへ引き出す配線が順メサ方

向のエッチング溝を通るようにしたことを特徴とする。

これを実施例に対応する第1図～第2図に基づいて説明する。

PN層を積層した基板21表面に順メサ方向のエッチング溝25aを平行に設けて中央の発光領域Aと両側にできる電極領域Bとを分離形成し、且つ中央の発光領域Aに逆メサ方向のエッチング溝25bを等間隔に設けて順メサ方向に一直線状に並んだ島状のメサ型発光ダイオード部26を形成する。

各発光ダイオード部26へ通電させるための電極27は発光領域Aの両側の電極領域Bに形成され、発光ダイオード部26幅よりも狭い通電用配線28が、順メサ方向のエッチング溝25aを横切って各両側電極27から各発光ダイオード部26の少なくとも発光中心Cまで逆メサ方向と平行に交互に引き出され、発光中心を通る順メサ方向及び逆メサ方向と平行な各直線に対して発光ダイオード部26がそれぞれ線対称となるように発

光中心にコンタクト29がとられている。

ところで、本発明ではエッチングの方向によってエッチング溝の形状に次のような差が生じる現象を利用している。

一般に、閃亜鉛鉱型のⅢ-V族化合物半導体結晶にあっては、化学エッチング速度やへき開方向に異方向性が強く存在し、そのため、素子形成用単結晶ウエハとしては、(100)面ないしこれに近い面方位をもったものが用いられる。

例えば、第4図に示す如く、(100)面を $\langle 011 \rangle$ 方向およびこれと直角な $\langle 0\bar{1}1 \rangle$ 方向にメサ・エッチングすれば、それぞれのメサ角は $\langle 011 \rangle$ 方向のものでは鋭角になるためこれを逆メサと呼び、この $\langle 011 \rangle$ 方向ないしこれに近い方向を逆メサ方向と読んでいる。反対に、メサ角が鈍角になる $\langle 0\bar{1}1 \rangle$ 方向のものを順メサと呼び、この $\langle 0\bar{1}1 \rangle$ 方向ないしこれに近い方向を順メサ方向と読んでいる。

このようにエッチングに方向性があるため、第5図(a)、(b)にそれぞれメサの断面図を示

した如く、第5図(a)において逆メサ方向のエッチング部では蒸着金属膜17がメサの段差部で段切れを起こし、反対に第5図(b)において順メサ方向のエッチング部では蒸着金属膜17の段切れは起こらない。なお、第4図および第5図中、18は結晶基板、19は絶縁膜である。

このため、本発明では通電用配線28が横切るエッチング溝25aを順メサ方向に形成している。

以上述べたように、発光ダイオード部の発光中心を通る2つの直交線に対して発光ダイオード部がそれぞれ線対称となるよう発光中心にコンタクト29をとっていることにより、発光ダイオード部の幅方向及び長さ方向の電流密度が均一となり、光強度の対称性が良好となるため、輝度パターンが非対称となることがない。

また、エッチングにより発光ダイオード部が島状に形成され隣接する発光ダイオード部とは空間的に分離されているため、発光ダイオード部から出た光が隣の発光ダイオード部に分散することがなく、しかも発光領域と電極領域とが同様に分

離されているため、発光ダイオード部周辺の電極配線の幅を広くとることも、光量が減少することもない。

〔実施例〕

本発明の実施例を第1図～第3図に基づいて説明すれば以下の通りである。

第1図に本発明の発光ダイオードアレイの上面図、第2図に第1図のⅡ-Ⅱ線矢視断面の斜視図を示す。

図中、21はp型GaAs基板、22はエピタキシャル成長させたp型Ga_{1-x}Al_xAs層であり、その組成比xの値は $x = 0.10 \sim 0.35$ 程度の範囲内で、これは希望する発光波長によって適宜定められる。23はp型Ga_{1-x}Al_xAs層22上にエピタキシャル成長させたn型Ga_{1-y}Al_yAs層であり、この組成比yは、上記組成比xよりも高くすることによって、p型Ga_{1-x}Al_xAs層22からの発光波長に対する光透過性と、このn型Ga_{1-x}Al_xAs層23からの電子の注入効率の増加およびp型Ga_{1-x}Al_xAs

層22内に注入された少数キャリアの閉じ込めを図っている。

25はメサ・エッチング溝で、25a、25aは発光領域Aと電極領域B、Bとをアイソレートするために順メサ方向に平行に2本引かれたエッチング溝であり、25b、25b…は電極領域B、B間に形成された発光領域A内の発光ダイオード部26、26…をアイソレートするために逆メサ方向に等間隔で引かれたエッチング溝である。両エッチング溝によって発光ダイオード部26は大きさも等しく、凹凸なく一直線状に並ぶ。

2本のエッチング溝25aによってアイソレートされた両側の電極領域Bには、各発光ダイオード部26に対応する個別マイナス電極27、27…が金属膜を蒸着することにより交互に形成されている。各個別マイナス電極27からは、順メサ方向のエッチング溝25a上を過って通電用配線28、28…が引き出され各発光ダイオード部26上を乗り越えて反対側にまで達している。順方向のエッチング溝上を過るので、通電用配線は

メサの段差部で段切れを起こして断線することがない。

また、発光ダイオード部上を乗り越えて反対側にまで達している通電用配線28は、発光面を損なわないように発光ダイオード部26の幅よりも狭い幅で、電極27から逆メサ方向に引き出され発光中心Cを過るようになっている。発光ダイオード部26と配線28のコンタクト29はその発光中心にとられている。したがって、発光ダイオード部26は、各コンタクト29を過る中心線 l_1 に対して、またこの直線 l_1 と直角に交わる直線 l_2 、 l_2 …に対しても共に線対称となり、各発光ダイオード部26の発光中心Cが中心線からずれないようにしてある。

尚、通電用配線28はコンタクト29で止めても良い。

また、30は、個別マイナス電極27と通電用配線のコンタクト29以外のn型Ga_{1-y}Al_yAs層23とを絶縁するために設けられたフォスホ・シリケート・ガラス(PSG)膜、31はp

型GaAs基板21の裏面に金属膜を全面蒸着させて形成した共通プラス電極である。

ところで、個別マイナス電極27を引き出し部でしず型にしているが、これは1mmの長さ当り発光ダイオード部の本数を16本とする微細加工をする場合にも、通電用配線28の断線を伴うことなくワイヤボンディングが容易に行なえるようにするためであり、対になっている2本の発光ダイオード部26および発光ダイオード部間の間隙に相当する幅程度の線幅をとり、ワイヤボンディングパッド部の幅を広くするためである。

さて上記構造において、個別マイナス電極27と共通プラス電極31との間に電圧を印加して発光ダイオード部26に順方向電流を流せば、n型Ga_{1-y}Al_yAs層23から電子がp型Ga_{1-x}Al_xAs層22に注入されて発光再結合を起こし、光はメサ部から上方に放出される。

この場合において、通電用配線28のコンタクト29が発光ダイオード部26の発光中心Cにとられているため、発光ダイオード部内の幅方向

(順メサ方向)は勿論、長さ方向(逆メサ方向)の電流密度も均一になり、光の対称性がきわめて良好となる。

また、発光ダイオード部26はメサ・エッチングにより隣接する発光ダイオード部と空間的に分離されているため、PN接合部から出る光が隣接する発光ダイオードに漏れるのが確実に防止でき、光強度の対称性も良好で特性のばらつきが少ない。しかも、エッチングによる分離を採用しているため、従来のような工程の複雑なZn選択拡散技術を必要とせず、簡単な工程で製造可能である。

なお、上記実施例では、基板結晶としてp型GaAsを用いた場合を示したが、n型GaAsを用いることも可能で、n型GaAsを用いた場合、共通電極側がマイナス電極、個別電極側がプラス電極としても良く、このようにどちらにも設計できるため、駆動電流回路の選択自由度が大きい。

また、GaAs基板上に形成される混晶系も、GaAlAsに限られるものではなく、その他の

混晶系を用いてもよい。

更に、上記実施例のように電極27を交互に配置したものに限らず、発光ダイオード部26を2個対にしたものであれば、第3図のように背中合せになる形状のものでも良い。即ち、発光領域Aに形成された相隣接する2個の発光ダイオード部26を一对とし、これら発光ダイオード部26へ通電用配線28を引き出す両電極領域Bに形成された電極32が発光ダイオード部26の発光中心Cを結ぶ発光中心線 l_1 に対して線対称に設けられる。しかも、その電極幅が2個の発光ダイオード部26の幅と両発光ダイオード部26を仕切るエッチング溝幅を加えた幅に形成したものである。

なお、以上述べたいずれの実施例においても、発光ダイオード部上を横切る通電用配線として透明導電性電極を用いれば発光面積を更に大きく取れるというメリットがある。

[実施例]

Znドープ、キャリア濃度 $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ である厚さ $350 \mu\text{m}$ のp型GaAs基板の(100)表面

に液相エピタキシャル成長により、キャリア濃度 $5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ のp型Ga_{0.9}Al_{0.1}As層を $20 \mu\text{m}$ およびキャリア濃度 $2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ のn型Ga_{0.7}Al_{0.3}As層を $3 \mu\text{m}$ 順次成長させた。

この表面をメサ・エッチングして、(100)面に対して順メサ方向である $\langle 0\bar{1}1 \rangle$ 方向のエッチング溝を2本設け、その $\langle 0\bar{1}1 \rangle$ 方向に垂直な逆メサ方向である $\langle 011 \rangle$ 方向のエッチング溝を2本の順メサ・エッチング溝間に設けた。よって、これらメサ・エッチング溝により、 $\langle 0\bar{1}1 \rangle$ 方向に一列に並ぶ発光ダイオード部が形成されたことになる。なお、それぞれのメサ・エッチング溝の深さを $5 \mu\text{m}$ とした。

次に全表面を覆うようにPSG膜を $0.2 \mu\text{m}$ 成長させ、その後各発光ダイオード部のコンタクトとなる箇所のPSG膜をフッ酸により除去した。

PSG膜上には、個別マイナス電極から各発光ダイオード部のコンタクトへ順メサ方向のエッチング溝上を通して通電用配線が引き出されるよう、金-ゲルマニウム合金/ニッケル/金の金属膜を

蒸着し、その厚さをそれぞれ $0.1 \mu\text{m} / 0.02 \mu\text{m} / 0.5 \mu\text{m}$ とした。

基板の裏面全体には共通プラス電極として厚さがそれぞれ $0.1 \mu\text{m} / 0.02 \mu\text{m} / 0.5 \mu\text{m}$ である金-亜鉛/ニッケル/金の金属膜を蒸着した。

これにより、発光ダイオード部は、1mm当り16個の群り合いで形成され、 $1.6 \text{ mm} \times 8 \text{ mm}$ のチップ中に128個の発光ダイオード部を形成することができた。

このメサ型モノリシック発光ダイオードアレイの立上り電圧は1.6Vで、順方向2.0Vにおいて10mA以上、逆耐圧が7.0V以上、発光波長は800nmで一列に並ぶ発光ダイオードの発光輝度は対称であった。

又、順メサ方向のエッチング上に金属膜が蒸着されているため、第5図(b)に示したように段切れが生ずることがなく、歩留り100%で2,000時間使用後も断線することのないメサ型モノリシック発光ダイオードを得ることができた。

[発明の効果]

以上要するに本発明によれば次のような優れた効果を発揮する。

- (1) 発光ダイオード部の発光中心にコンタクトをとり、コンタクトを通る直線に対して発光ダイオード部を線対称としたことにより、光強度の対称性が良好となって、輝度パターンの対称性を可及的に向上させることができる。その結果、ライン状で均一なプリントが可能となる。
- (2) 電極領域と発光領域のみならず、発光領域中の発光ダイオード部同士も空間的に分離したことにより、電極配線の幅を広くすることなく光の分散を抑えることができ、発光強度が大幅に高まり、高解像度用にも充分耐えられる。

4. 図面の簡単な説明

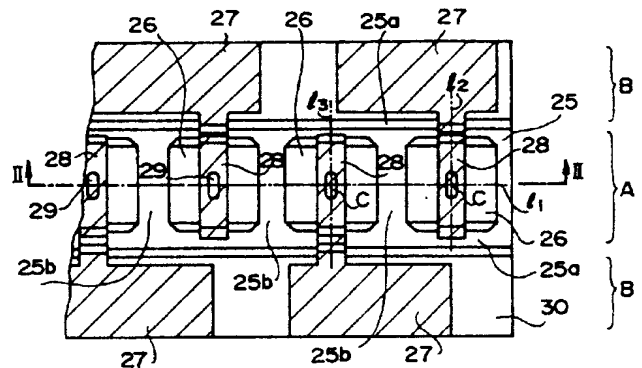
第1図は本発明の発光ダイオードアレイの一実施例を示す上面図、第2図は第1図のⅡ-Ⅱ線矢視断面斜視図、第3図は本発明の発光ダイ

オードアレイの他の一実施例を示す上面図、第4図は結晶のエッチング態様を示す斜視図、第5図は結晶のメサ・エッチング状態を示す断面図、第6図は発光ダイオードアレイを光源とするプリンタの概略構成図、第7図は第6図の光集込みヘッドの概略構成図、第8図は従来の発光ダイオードアレイを構成する発光ダイオード部の断面図、第9図は同じく発光ダイオードアレイの電極配線図、第10図は同じく発光強度分布を示すプロフィール図である。

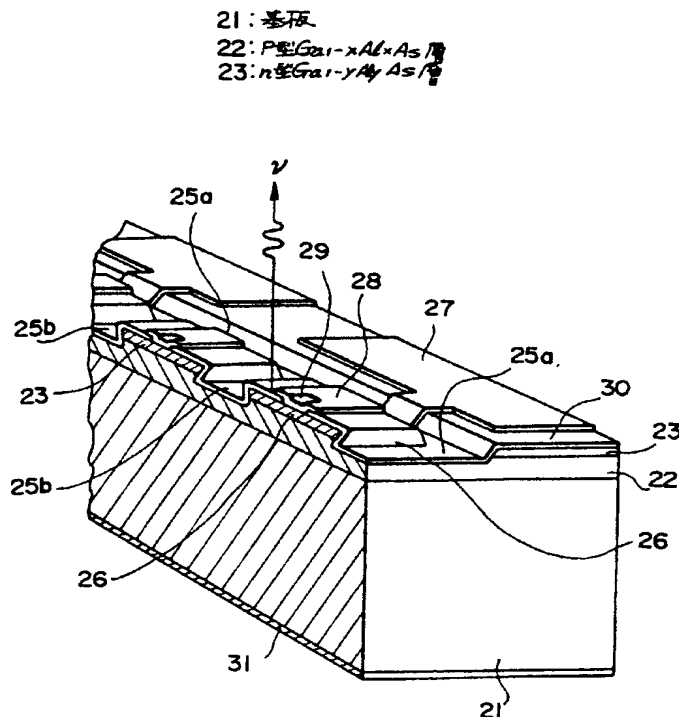
図中、21は基板、22はp層としてのp型Ga1-xAlxAs層、23はn層としてのn型Ga1-yAl_yAs層、25はメサ・エッチング溝、25aは順メサ方向のエッチング溝、25bは逆メサ方向のエッチング溝、26は発光ダイオード部、27は電極、28は通電用配線、29はコンタクト、32は電極、Cは発光中心、 ℓ_1 は発光中心を通る順メサ方向と平行な直線、 ℓ_2 は発光中心を通る逆メサ方向と平行な直線、Aは発光領域、Bは電極領域である。

図面の浄書(内容に変更なし)

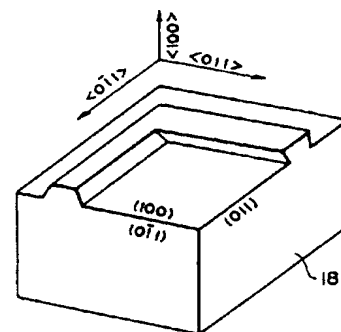
- | | |
|------------------|-----------------------|
| 25:メサ・エッチング溝 | 29:コンタクト |
| 25a:順メサ方向のエッチング溝 | 32:電極 |
| 25b:逆メサ方向のエッチング溝 | C:発光中心 |
| 26:発光ダイオード部 | ℓ_1 :順メサ方向と平行な直線 |
| 27:電極 | ℓ_2 :逆メサ方向と平行な直線 |
| 28:通電用配線 | A:発光領域 |
| | B:電極領域 |



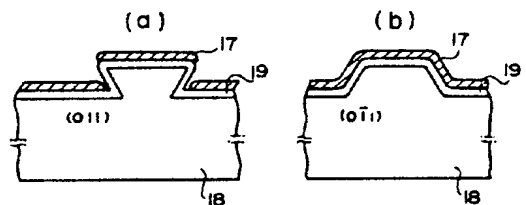
第1図



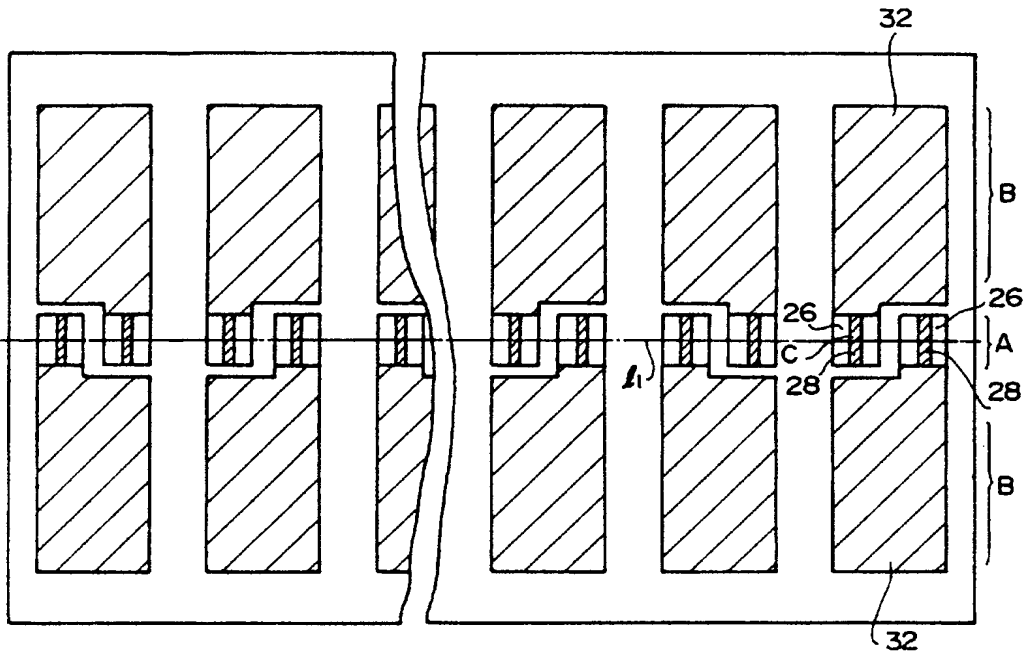
第2図



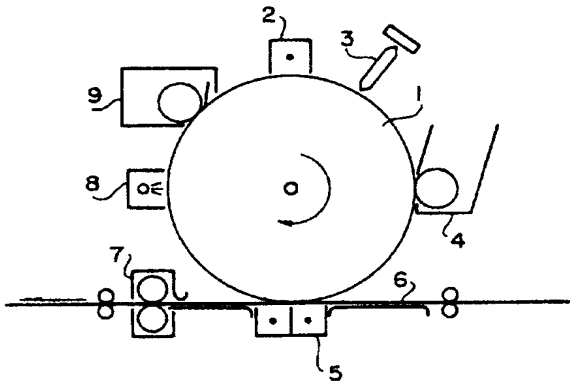
第4図



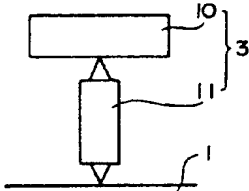
第5図



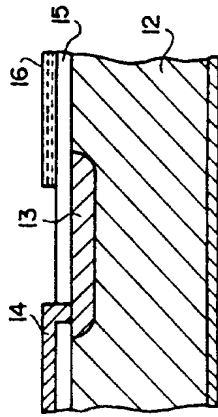
第 3 図



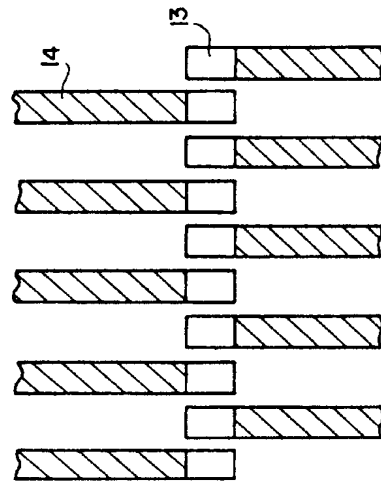
第 6 図



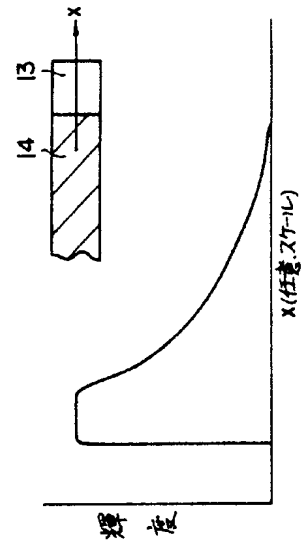
第 7 図



第8図



第9図



第10図

第1頁の続き

②発明者 小 泉

玄 太

日 立 市 日 高 町 5 丁 目 1 番 1 号 日 立 電 線 株 式 会 社 電 線 研 究
所 内

手続補正書(方式)

昭和60年11月14日

特許庁長官 宇賀 遼 郎 殿

1. 事件の表示 特願昭60-152341号

2. 発明の名称 発光ダイオードアレイ

3. 補正をする者
事件との関係 特許出願人
(512) 日立電線株式会社

4. 代理人
郵便番号 105
東京都港区愛宕1丁目6番7号
愛宕山弁護士ビル
電話(03)436-3744(代表)
(6802) 弁護士 森 谷 信 雄



5. 補正命令の日付
昭和60年10月29日(発送日)

6. 補正の対象
図 面

7. 補正の内容
(1) 別紙のごとく謄写を用いて作成した図面を提出する。
(但し、内容を変更せず)

8. 添付書類の目録

(1) 図 面

11.14

1 通